

Title	血管鉗子に関する基礎的研究：各種血管鉗子の比較検討
Author(s)	横山, 闌
Citation	日本外科宝函 (1974), 43(6): 451-468
Issue Date	1974-11-01
URL	http://hdl.handle.net/2433/208038
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

血管鉗子に関する基礎的研究

—— 各種血管鉗子の比較検討 ——

大阪医科大学第2外科教室（指導：板谷博之教授）

横 山 闌

〔原稿受付：昭和49年9月11日〕

Fundamental Study on Vascular Clamp

- With Reference to a Comparative Evaluation of Vascular Clamps -

AKIRA YOKOYAMA

The 2nd Surgical Division of Osaka Medical College

(Director : Prof. Dr. HIROYUKI ITAYA)

A vascular clamp should be able to occlude blood vessels safely and reliably without causing significant damage to the vessel wall. Although a number of vascular clamps has been developed, none are ideal. There are also few reports of any comparative investigation concerning the advantages and disadvantages of the clamps. Therefore, this study was undertaken to provide an objective comparison of the occluding ability, holding ability and the amount of trauma caused, of various vascular clamps commercially available.

The experiment was carried out on normal and sclerotic abdominal aorta of rabbits by using the following clamps : occlusive clamps (the Satinsky clamp, Satinsky-rubber clamp, and Fogarty clamp), serrated clamps (the Bulldog clamp and Bulldog-rubber clamp,) and fine-toothed clamps (the Potts clamp and Potts-rubber clamp).

Insofar as occlusive ability was tested, the differences among these clamps were negligible. In the traction test to compare the holding ability, Potts clamp, Potts-rubber clamp and Bulldog clamp ranked equally high, followed by the Satinsky clamp.

Results of the experiment observing damage to the vessel wall were relatively clear-cut in this study. The Satinsky-rubber clamp and Fogarty clamp showed minimal damage, followed by the Bulldog-rubber clamp. The Satinsky-rubber clamp and Fogarty clamp, especially, caused only mild damage even to the sclerotic vessels.

In contrast, the Potts clamp, Potts-rubber clamp and Bulldog clamp caused severe vessel wall damage. In conclusion it is suggested that the Fogarty clamp, Satinsky-rubber clamp and Bulldog-rubber clamp are superior to the others in the three areas tested.

目 次

第1章 緒言

第2章 実験方法ならびに実験成績

第1節 基礎実験

第2節 各種血管鉗子の遮断力に関する検討

第1項 実験材料ならびに方法

第2項 実験成績

第3節 各種血管鉗子の把持力に関する検討

第1項 実験材料ならびに方法

第2項 実験成績

第4節 各種血管鉗子の家兎の正常腹部大動脈に
に対する把挾実験

第1項 実験材料ならびに方法

第2項 実験成績

a. 肉眼的所見

b. 病理組織学的所見

第5節 各種血管鉗子の家兎の硬化性腹部大動脈
に対する把挾実験

第1項 実験材料ならびに方法

第2項 実験成績

a. 肉眼的所見

b. 病理組織学的所見

第3章 総括ならびに考按

第4章 結論

第1章 緒 言

血管外科の発達は、移植材料としての移植片および血管縫合系、さらには血流を遮断するための血管鉗子の研究、改善に負うところが大きい。

従来、移植片あるいは血管縫合系に関する研究は数多くなされ、血管外科の黎明期に比し、現在では一段と改良され、優れた材質のものが用いられているにもかかわらず、血管鉗子に関する研究は軽視されがちであったためか殆んど行なわれておらず、未だ全く安全に使用しうる血管鉗子は見当たらないといつてよい。

元来、血管鉗子は確実に血流を遮断すると同時に、血管壁に傷害を与えないことが重要で、その具備すべき機能としては1) 遮断力 (occlusive ability) 2) 把持力 (holding ability) 3) 無傷害性 (atraumatic characteristics) の三者に大別¹⁾され、これらがそれぞれ平衡のとれた形で保たれているものでなければならない。

現在、数多くの血管鉗子が市販されているが、いずれも一長一短があり、とくに遮断力に重点がおかれて

いるためか、鉗子の把挾により、血管壁、特に内膜の損傷が生じやすく、ひいては同部の血栓形成さらには血栓遊離による塞栓症の発生等の血管鉗子に基因したと考えられる合併症のみられることも少なくない。これは上述の三者について十分な検討の上、製作されている鉗子が少ないためと思われ、またたとえ検討がなされている場合でも、その殆んどは正常血管を用いての研究にすぎない。内膜のアテローム変性、中膜の退行性変化などを特長とする動脈硬化性の病的血管では、血管鉗子による血管壁の傷害の程度は予想以上に高度で、血行再建術の不成功に終る一因となりうる可能性がある。

この点に鑑み、著者は現在市販されている代表的な血管鉗子を選び、遮断力、把持力を検討するとともに、鉗子の血管壁に及ぼす傷害の程度を、正常および動脈硬化性変化を生ぜしめた家兎の腹部大動脈を用いて、鉗子把挾部に生じた変化について検討したところ興味ある知見をえた。

第2章 実験方法ならびに実験成績

血管鉗子は一般にその構造上 1) occlusive clamp 2) serrated clamp 3) fine-toothed clamp に大別されている¹⁾。これらのうちで現在常用されている代表的な以下の7種の血管鉗子について実験を行った。すなわち、occlusive clamp に属するものとして Satinsky clamp. serrated clamp に属するものとして Bulldog clamp. fine-toothed clamp に属するものとしては Potts fine-toothed vascular clamp (以下 Potts clamp と略す) を選び、さらに各鉗子の一方の把挾部 (blade) にゴムを装着したものを、それぞれ Satinsky-rubber clamp. Bulldog-rubber clamp. Potts-rubber clamp とした。なお、最近 occlusive clamp に属するものとして市販された Fogarty hydrogrip surgical clamp (以下 Fogarty clamp とする) をもとりあげた (表1, 図1)。

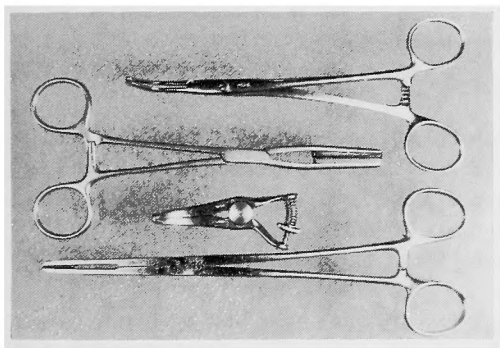
第1節 基礎実験

本研究における基礎実験として、各鉗子の把挾圧 (clamping pressure) を測定した。

鉗子の把挾圧を測定するには種々の方法が考案されている。テコの原理による方法²⁾もその一つであるが、鉗子の弾力性や把持部の構造等も無視できないところに問題があり、いずれも正確な数値をうることは困難なようである。そこで著者は、より近似値を求め

表 1.

Clamp
Occlusvie clamp
Satinsky clamp
Satinsky-rubber clamp
Fogarty clamp
Serrated clamp
Bulldog clamp
Bulldog-rubber clamp
Fine-toothed clamp
Potts clamp
Potts-rubber clamp

図 1 上より Satinsky clamp・Fogarty clamp
Bulldog clamp・Potts clamp

るべく、各鉗子の把持部において、直接その部に加わる圧(把挾圧)を日本光電社製咬合力測定器を用いて測定した。実験には泉工医科工業(MERA)のSatinsky clamp, Satinsky-rubber clamp, Bulldog clamp, Bulldog-rubber clamp, Potts clamp, Potts-rubber clampおよびEdwards LaboratoriesのFogarty clampの7種の血管鉗子の各5個について、これら鉗子のlockまたはspringを調節して、その際の把挾圧を測定した(図2)。

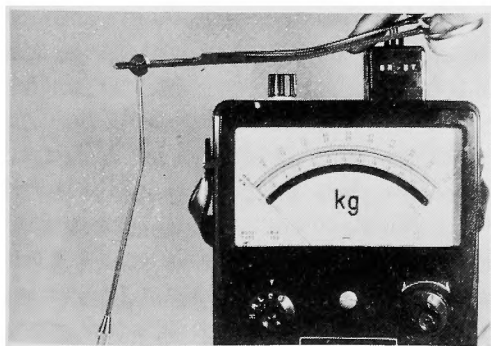


図 2 把挾圧実験装置

Satinsky clamp および Fogarty clamp では1から5までの、すなわち最小圧から最大圧までの5段階のlockに設置したさいの把挾圧を、Potts clamp では3段のlockにおける把挾圧を、Bulldog clamp ではspringの調節を最大および最小の状態においた時の把挾圧を測定した。各鉗子について5回の測定を行ない、それぞれの平均値を求め、さらに同一種類の5個の鉗子の平均値を算定した。なお測定操作における変動を検討するために、測定値より変異係数を求めた(表2)。

以上の測定結果からみて、同一種類の鉗子間に著明な格差はみられなかったが、Satinsky clamp および Satinsky-rubber clamp としては No. 2, Fogarty clamp としては No.2, Bulldog clamp としては No.2, Bulldog-rubber clamp としては No.1, Potts clamp としては No.4, Potts-rubber clamp としては No. 1 の各鉗子を用いて以後の実験を行なった。

本研究における各鉗子の遮断力、把持力実験には、occlusive clampでは1から5段目のlock, serrated clampではspringの最大、最小、fine-toothed clampでは1から3段目のLockに設置された把挾圧のもとで検討した。

また各鉗子の血管壁に与える損傷実験では、次の3つの条件で行なった。

- 1)最大圧：各鉗子の最大把挾圧
- 2)通常圧：各鉗子が実地臨床に使用される場合、最も頻度の高いと思われる把挾圧で occlusive clamp fine-toothed clamp ではlockの中間位に、Bulldog clamp ではspringを最少に設置した時の圧
- 3)等圧：7種類の鉗子に共通してみられる等しい把挾圧

第2節 各種血管鉗子の遮断力に関する検討

第1項 実験材料ならびに方法

体重2.4~3.5kgの家兎を用い、腹部大動脈の腎動脈分岐部以下の分岐を全て結紮したのち、腹部大動脈を3cm切除した。この切除血管の内径(約3mm)に一致したガラスカニューレを一端に挿入固定し、図3の如く血圧計および三角コルベンに接続して、血管内圧に一定の圧をかけうように装置した。次いで、他方の断端より5mmの部を鉗子にて把挾し、管内圧をそれぞれ60mmHg, 240mmHgの二通りに保ちながら各鉗子のlockあるいはspringを調節し、管内に満たされた生食水の鉗子把挾部先端よりの漏れを指標として遮断

表2 把 挟 圧 実 験 成 績

Clamp	Lock Setting	Pressure						
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	平 均	変異係数
Satinsky	1	1.92±0.32	1.80±0.17	1.50±0.14	1.36±0.16	1.28±0.21	1.57±0.25	12.7±3.23
	2	2.78±0.3	2.98±0.27	2.94±0.15	2.68±0.28	3.06±0.16	2.89±0.14	8.1±2.47
	3	4.60±0.42	4.30±0.33	4.12±0.16	4.08±0.23	4.38±0.21	4.30±0.19	6.2±1.92
	4	5.82±0.22	5.90±0.33	5.74±0.12	6.20±0.42	5.82±0.21	5.90±0.16	4.4±1.63
	5	7.38±0.20	6.96±0.25	7.16±0.15	7.46±0.16	7.42±0.40	7.28±0.19	3.2±1.23
Satinsky-rubber	1	0.90±0.13	1.58±0.20	0.94±0.08	1.12±0.07	1.26±0.14	1.16±0.25	10.5±2.92
	2	2.22±0.45	2.94±0.12	2.34±0.10	2.40±0.23	2.62±0.20	2.50±0.25	9.2±5.92
	3	3.34±4.0	4.32±0.16	3.24±0.20	3.66±0.14	3.98±0.12	3.71±0.40	5.7±3.30
	4	4.36±0.26	5.70±0.22	4.10±0.19	4.62±0.32	5.46±0.42	4.85±0.62	5.8±1.42
	5	5.30±0.28	6.84±0.20	6.30±0.20	5.40±0.36	7.12±0.15	6.19±0.74	4.0±1.69
Fogarty	1	0.46±0.07	0.60±0.06	0.80±0.14	0.98±0.12	1.16±0.10	0.80±0.25	12.7±3.26
	2	1.11±0.20	1.28±0.16	1.34±0.16	1.64±0.22	1.94±0.14	1.46±0.29	12.6±3.44
	3	2.14±0.07	2.08±0.07	2.40±0.23	2.48±0.28	2.36±0.15	2.29±0.15	6.8±3.24
	4	2.82±0.24	2.96±0.21	3.18±0.20	3.08±0.19	3.16±0.27	3.04±0.13	7.3±1.02
	5	4.08±0.22	3.94±0.12	4.06±0.15	4.46±0.37	4.08±0.13	4.12±0.18	4.7±1.97
Bulldog	Min	1.92±0.19	1.74±0.27	0.98±0.12	0.90±0.23	1.78±0.30	1.34±0.41	16.0±5.36
	Max	2.82±0.35	3.02±0.22	2.32±0.43	1.72±0.49	2.86±0.34	2.55±0.47	15.7±7.31
Bulldog-rubber	Min	1.42±0.25	1.58±0.22	1.08±0.23	1.12±0.23	1.14±0.20	1.27±0.20	18.2±2.60
	Max	2.90±0.26	2.62±0.16	2.14±0.24	2.52±0.30	2.52±0.24	2.54±0.24	9.3±1.86
Potts	1	3.36±0.14	3.44±0.22	3.68±0.25	3.24±0.12	3.24±0.33	3.39±0.17	6.2±2.31
	2	4.72±0.26	4.48±0.28	4.54±0.17	4.70±0.27	4.42±0.33	4.57±0.14	5.7±1.20
	3	5.86±0.25	5.12±0.27	5.40±0.23	5.66±0.26	4.96±0.27	5.40±0.30	4.8±0.51
Potts-rubber	1	3.10±0.52	3.28±0.12	3.50±0.33	3.30±0.17	3.16±0.10	3.27±0.10	7.6±5.08
	2	4.78±0.30	4.04±0.21	4.06±0.17	4.12±0.07	4.04±0.51	4.15±0.10	4.2±1.53
	3	6.14±0.19	5.24±0.16	5.36±0.41	4.84±0.31	5.48±0.38	5.41±0.44	5.4±1.92

力を検討した。

Satinsky clamp, Satinsky-rubber clamp, Fogarty clamp ではそれぞれ 1, 2, 3, 4, 5 段に, Potts-rubber clamp では 1, 2, 3 段の lock に設置し, Bulldog clamp, Bulldog-rubber clamp は spring の強さを最小および最大に調節して行なった。なお測定ではそれぞれについて 3 回ずつ施行し, 鉗子把挟端よりの生食水の漏れが認められた場合を(+), 認められなかった場合を(-)とした。

第2項 実験成績 (表3)

occlusive clamp である Satinsky clamp, Satinsky-rubber clamp では, 3 段目の lock 以上に設置した場合には管内圧が 60mmHg, 240mmHg の何れの場合においても漏れは全く認められなかった。また同じく occlusive clamp である Fogarty clamp では, 管内圧が 60mmHg の低圧では 2 段目の lock 以上で全例に漏れを生じなかったが, 240mmHg の高圧例では, 2 段目の lock では全てに漏れが認められたが, 3 段目以上の lock では全く漏れは生じなかった。

serrated clamp である Bulldog clamp, Bulldog-

表3 遮断力実験成績

Clamp	Lock Setting	Intraluminal Pressure		
		60mmHg	240mmHg	
Occlusive Clamp Satinsky (No 2)	1	+	+	+
	2	+	+	+
	3	-	-	-
	4	-	-	-
	5	-	-	-
Satinsky -rubber (No 2)	1	+	+	+
	2	+	+	+
	3	-	-	-
	4	-	-	-
	5	-	-	-
Fogarty (No 2)	1	+	+	+
	2	-	-	+
	3	-	-	-
	4	-	-	-
	5	-	-	-
Serrated Clamp Bulldog (No 2)	Min	-	-	-
	Max	-	-	-
Bulldog -rubber (No 1)	Min	-	-	-
	Max	-	-	-
Fine-toothed Clamp Potts (No 4)	1	-	-	-
	2	-	-	-
	3	-	-	-
Potts -rubber (No 1)	1	-	-	-
	2	-	-	-
	3	-	-	-

rubber clamp および fine-toothed clamp に属する Potts clamp, Potts-rubber clamp では、全て最小の把挟圧でも管内圧60mmHg は勿論のこと、240mmHg の内圧においても全例に漏れは認められなかった。

第3節 各種血管鉗子の把持力に関する検討

第1項 実験材料ならびに方法

体重3.0kg~3.5kgの家兎を用い、第2節の実験と同様の方法で3cm長の腹部大動脈片を採取し、一方の断端を7号絹糸にて結紮して大場式天秤に持続懸垂、他方の断端より5mmの部を鉗子で把挟し、鉗子を水平に固定したまま秤をゆっくりと垂直に引張り、完全に血

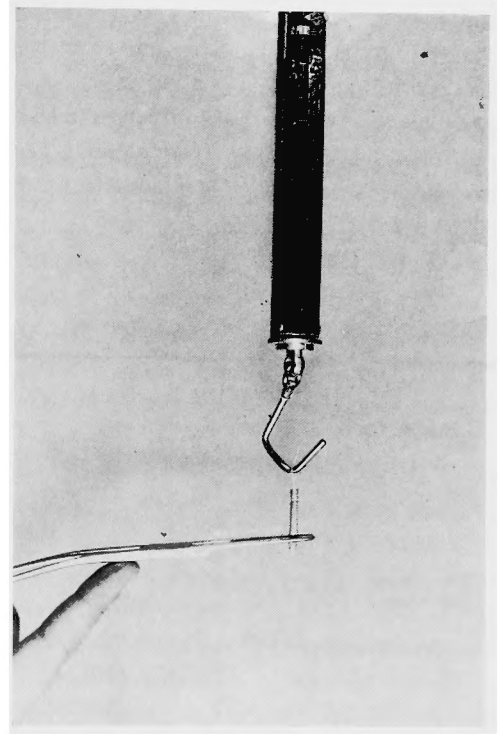


図3 遮断力実験装置

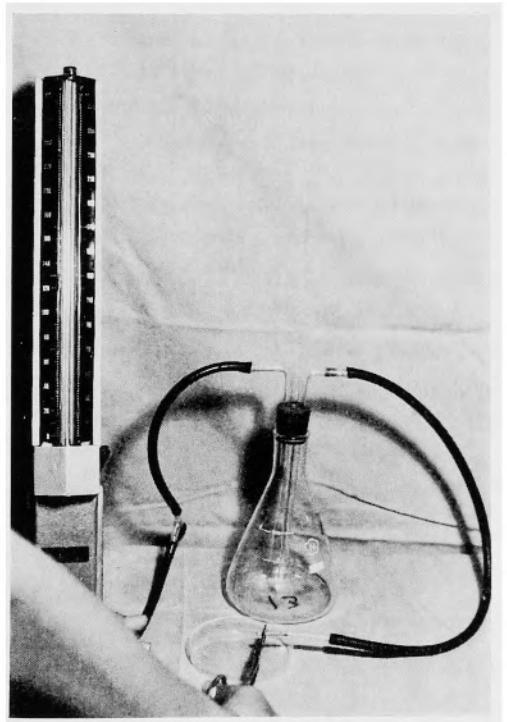


図4 把持力実験装置

管が鉗子把挟部より滑脱した時の値を測定して重量であらわした。測定は Satinsky clamp, Satinsky-rubber clamp および Fogarty clamp では 1, 2, 3, 4, 5 段の lock で, Bulldog clamp, Bulldog-rubber clamp では最小と最大把挟圧で, Potts clamp および Potts-rubber clamp では 1, 2, 3 段の lock でそれぞれ5回ずつ行なった(図4)。

第2項 実験成績(表4)

occlusive clamp のうち, Satinsky clamp は 1. 2 段目の lock に設置した場合の把持力は弱く, 容易に滑脱し, 計測不能であった。3, 4 段目ではそれぞれ平均 $232\pm18.3\text{g}$, $384\pm19.6\text{g}$ であったが, lock を 5 段目に設置した場合, すなわち最大の把挟圧では血管が断裂するまでの把持力を示した。Satinsky-Rubber clamp は 1 段目の lock では Satinsky clamp と同じく容易に滑脱したが 2, 3 段目の lock 時における成

表4 把持力実験成績(表4)

Clamp		Lock Setting						Gram of Traction Causing Slippage	
		1	2	3	4	5	平均		
Occlusive Clamp									
Satinsky (No. 2)	1	—	—	—	—	—			
	2	—	—	—	—	—			
	3	230	250	230	200	250	232 ± 18.3		
	4	400	360	400	400	360	384 ± 19.6		
	5	520 (断裂)	600 (断裂)	600 (断裂)	550 (断裂)	600 (断裂)	574 ± 33.2		
Satinsky-rubber (No. 2)	1	—	—	—	—	—			
	2	170	200	200	200	230	200 ± 19.0		
	3	320	400	400	360	340	364 ± 32.0		
	4	350	400	400	370	350	374 ± 22.5		
	5	500	400	500	400	500	460 ± 48.7		
Fogarty (No. 2)	1	—	—	—	—	—			
	2	—	—	—	—	—			
	3	150	200	150	150	200	170 ± 24.5		
	4	250	200	230	250	200	226 ± 22.4		
	5	250	400	350	300	350	330 ± 5.10		
Serrated Clamp									
Bulldog (No. 2)	Min	250	230	200	230	250	232 ± 18.3		
	Max	600 (断裂)	600 (断裂)	550 (断裂)	550 (断裂)	600 (断裂)	580 ± 24.5		
Bulldog-rubber (No. 1)	Min	150	200	150	200	150	170 ± 24.5		
	Max	300	300	250	300	300	290 ± 20.0		
Fine-toothed Clamp									
Potts (No. 4)	1	600 (断裂)	550 (断裂)	580 (断裂)	580 (断裂)	550 (断裂)	572 ± 19.4		
	2	550 (断裂)	520 (断裂)	550 (断裂)	600 (断裂)	600 (断裂)	560 ± 37.4		
	3	520 (断裂)	550 (断裂)	620 (断裂)	550 (断裂)	600 (断裂)	568 ± 36.6		
Potts-rubber (No. 1)	1	600 (断裂)	550 (断裂)	620 (断裂)	580 (断裂)	600 (断裂)	580 ± 24.5		
	2	580 (断裂)	530 (断裂)	600 (断裂)	620 (断裂)	580 (断裂)	582 ± 29.9		
	3	600 (断裂)	600 (断裂)	450 (断裂)	500 (断裂)	600 (断裂)	550 ± 63.2		

績では、ゴム装着による把持力の低下はみられず、むしろ Satinsky clamp の成績を上まわる結果がえられた。しかし5段目の lock では2例は400gで、3例は血管断裂直前の500gで滑脱し、平均 460 ± 48.9 gを示した。Fogarty clampは1、2段目の lock では容易に滑脱し、3段目の lock でも把持力は比較的弱く、5例中150gが3例、200gまでが2例で、5段目の lock に設置した場合の最高は400gで、平均 330 ± 51.0 gであった。serrated clamp の Bulldog clamp は最大圧に調節した場合には、一応血管断裂を来すまでの把持力(580 ± 24.5 g)を示したが最小圧では平均 232 ± 18.3 gであった。Bulldog-rubber clamp ではゴム装着により把持力は半減し、平均は最大圧で 290 ± 20.0 g、最小圧で 170 ± 24.5 gであった。fine-toothed clamp に属する Potts clamp は勿論のこと、Potts-rubber clamp においてもゴム装着による把持力の低下は殆んど認められず、450g以上の把持力を有し、Potts clamp, Potts-rubber clamp とも全例が血管断裂まで把持しえた。

第4節 各種血管鉗子の家兎の正常腹部大動脈に対する把挾実験

第1項 実験材料ならびに方法

体重2.8~3.5kgの家兎を Nembutal® 静脈麻酔下を開腹し、腹部大動脈を周囲より剝離したのち、腎動脈分岐部より末梢の腹部大動脈に Satinsky clamp, Satinsky-rubber clamp, Fogarty clamp, Bulldog clamp, Bulldog-rubber clamp, Potts clamp, Potts-rubber clamp の7種の鉗子を下記の3段階の把挾圧に調節して装着した(図5)。30分後に鉗子をはずし、2分間血流を再開通させたのち、この部の血管を切除し、肉眼的および病理組織学的に検索し比較検討

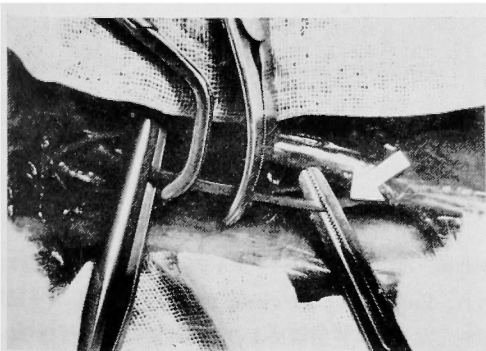


図 5

を行なった。なお各群とも5例ずつ行なった。

1) 最大圧群：各鉗子の lock あるいは spring を最大圧に設置して、正常家兎の腹部大動脈を把挾した群。したがって、Satinsky clamp では 6.96 ± 0.25 kg, Satinsky-rubber clamp では 6.84 ± 0.20 kg, Fogarty clamp では 3.94 ± 0.12 kg, Bulldog clamp では 3.02 ± 0.22 kg, Bulldog-rubber clamp では 2.90 ± 0.26 kg, Potts clamp では 5.66 ± 0.26 kg, Potts-rubber clamp では 6.14 ± 0.19 kgの圧で把挾した。

2) 通常圧実験群：各鉗子の lock を最大圧と最小圧の中間に、または spring を最小圧に設置して、正常の家兎腹部大動脈を把挾した群。したがって、Satinsky clamp では 4.30 ± 0.33 kg (3段目の lock), Satinsky-rubber clamp では 4.32 ± 0.16 kg (3段目の lock), Fogarty clamp では 2.08 ± 0.07 kg (3段目の lock), Bulldog clamp では 1.74 ± 0.27 kg, Bulldog-rubber clamp では 1.42 ± 0.25 kg, Potts clamp では 4.70 ± 0.27 kg (2段目の lock), Potts-rubber clamp では 4.78 ± 0.30 kg (2段目の lock)の圧に設置して把挾した。

3) 等圧実験群：各鉗子の把挾圧を約3kgの等圧になるように設置して、正常家兎の腹部大動脈を把挾した群。したがって、Satinsky clamp では 2.98 ± 0.27 kg, Satinsky-rubber clamp では 2.94 ± 0.12 kg (ともに2段目の lock), Fogarty clamp では 2.96 ± 0.21 kg (4段目の lock) Bulldog clamp では 3.02 ± 0.22 kg (最大圧), Bulldog-rubber clamp では 2.90 ± 0.26 (最大圧), Potts clamp では 3.24 ± 0.12 kg (1段目の lock), Potts-rubber clamp では 3.10 ± 0.52 kg (1段目の lock)の圧に設置して把挾した。

肉眼的検索には、主として各鉗子の把挾部における内膜の変化について、その損傷程度を比較検討した。病理組織学的検索には、肉眼的検討を行なった切除片を10%ホルマリン溶液に固定したのち、パラフィン包埋にて組織片を作成し、ヘマトキシリン・エオジン染色、ならびにエラスチカ・ワンギーソン染色を施し、血管壁の損傷程度について病理組織学的に比較検討を行なった。

第3項 実験成績

肉眼的所見(表5)

血管内膜における肉眼的な損傷の程度を、次の如く4段階に分類した。(−): nontraumatic—損傷の認められないもの、(+): mild—損傷が圧痕のみの軽度のもの、(++): moderate—損傷が内膜の剝離、出血斑等

表5 肉 眼 的 所 見 (正常群)

Clamp	最 大 圧	通 常 圧	等 圧
Satinsky (No 2)	卅 卅 卅 卅 卅	++ ++ + + +	+ + - + +
Satinsky-rubber (No 2)	++ + + ++ ++	+ + - + +	- + - + -
Fogarty (No 2)	+ + ++ ++ +	+ + + - +	- - - + -
Bulldog (No 2)	卅 + 卅 ++ ++	卅 卅 + ++ +	卅 ++ ++ ++ ++
Bulldog-rubber (No 1)	++ + + + ++	+ ++ + + +	++ + ++ + +
Potts (No 4)	卅 卅 ++ 卅 卅	++ ++ 卅 ++ 卅	++ ++ ++ ++ 卅
Potts-rubber (No 1)	卅 ++ 卅 卅 卅	++ ++ ++ 卅 ++	+ ++ ++ + ++

— nontraumatic
+ mild
++ moderate
卅 severe

損傷の認められないもの
損傷が内膜のみの軽度のもの
損傷が内膜の剝離、出血斑等の中等度のもの
内膜の断裂、欠損および出血斑等などの高度なもの

の中等度のもの、(卅)：severe—内膜の断裂、欠損および出血斑等の高度なもの。

最大圧実験では、Satinsky clamp は3例に(卅)、2例に(++)というように、かなり強い内膜の剝離ないし断裂像を示したが、ゴム装着により(++)が3例、(++)が2例と、かなり損傷程度の軽減がみられた。Fogarty clamp では、Satinsky-rubber clamp よりもさらに損傷程度が軽微で、Bulldog-rubber clamp と共に、内膜の圧痕ないし軽度の剝離という最小の損傷度であった。Bulldog clamp は5例中2例に、Potts clamp および Potts-rubber clamp は5例中4例に内膜の断裂あるいは欠損という(卅)の所見が認められ、Satinsky clamp と共に強い損傷度を示した(図6)とくに Potts clamp では、ゴム装着によっても損傷の軽減は認められなかった。

通常圧実験では、Satinsky clamp は2例に(++)、3例に(++)の損傷が認められ、ゴム装着により4例に(++)、1例は(—)と損傷度は極めて軽くなり、同様の所見を呈した Fogarty clamp と共に組織損傷度が最も軽いという所見がえられた。Bulldog clamp は3例に(++)、2例に(++)、ゴムを装着した Bulldog-rubber clamp は1例に(卅)、4例に(++)と損傷度の減弱が認められた。Potts clamp および Potts-rubber clamp は共に内膜の剝離ないし断裂というかなり強い損傷所見を示した。

等圧実験では、Satinsky clamp は4例に(++)、1例に(—)の所見がえられ、ゴム装着により、さらに損傷度は軽減された。Fogarty clamp はより損傷程度は軽く、1例に(++)の所見が認められたのみであり、Satinsky-rubber clamp と共に良好な成績がえられた。

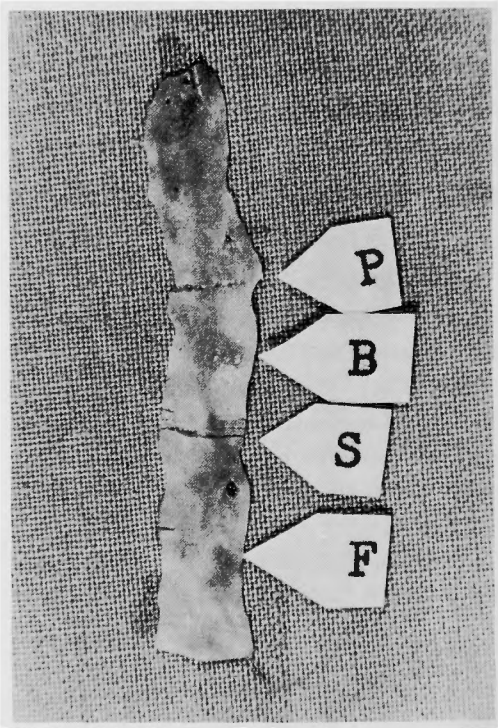


図 6

P : Potts clamp
B : Bulldog clamp
S : Satinsky clamp
F : Fogarty clamp

Bulldog clamp では(卅)が1例、(++)が4例に認められ、Bulldog-rubber clamp は(++)が2例、(++)が3例となり、ゴム装着により損傷度の減弱が認められたが、Satinsky clamp よりもその程度は強かった。

表6 病理組織学的所見(正常群)

Clamp	最 大 圧	通 常 圧	等 圧
Satinsky (No 2)	卅 卅 卅 卅 卅	卅 卅 + + +	++ + - + ++
Satinsky-rubber (No 2)	++ ++ 卅 卅 卅	+ + + + +	+ - - + +
Fogarty (No 2)	++ ++ 卅 卅 ++	++ + + + +	- + + - +
Bulldog (No 2)	卅 卅 卅 卅 卅	卅 卅 ++ ++ 卅	卅 卅 ++ 卅 卅
Bulldog-rubber (No 1)	卅 卅 卅 ++ ++	++ 卅 + + ++	卅 ++ 卅 ++ 卅
Potts (No 4)	卅 卅 卅 卅 卅	卅 卅 卅 卅 卅	卅 卅 卅 卅 ++
Potts-rubber (No 1)	卅 卅 卅 卅 卅	卅 卅 ++ 卅 卅	+ ++ + ++ ++

- nontraumatic
 + minimal
 ++ mild
 卅 moderate
 卅 severe

損傷による病理組織学的変化が見られないもの
 損傷が内膜に局限しているもの
 内膜の損傷に加え、中膜にも軽度の変化が及んでいるもの
 中膜の深層に至る不完全断裂あるいは欠損がみられるもの
 中膜あるいは血管壁全層の完全断裂、欠損がみられるもの

Potts clamp ならびに Potts-rubber clamp は、Bulldog clamp ならびに Bulldog-rubber clamp と殆んど同程度のかかなり強い損傷所見を示した。

病理組織学的所見(表6)

血管壁の損傷の程度を次の如く分類し、比較検討を行なった。(一): nontraumatic—把挾による病理組織学的変化がみられないもの、(+): minimal—損傷が内膜に局限しているもの、(++): mild—内膜の損傷に加え、中膜にも軽度の変化が及んでいるもの、(卅): moderate—中膜の深層に至る不完全断裂、あるいは欠損がみられるもの。(卅): severe—中膜あるいは血管壁全層の完全断裂、欠損がみられるもの。

最大圧実験では、Satinsky clamp は著明な組織学的変化を示し、2例に(卅)、3例に(卅)の変化がみられた(図7)。ゴム装着によりこれらの変化は緩和されて、3例に(卅)、2例に(++)の所見がみられた。

Fogarty clamp は1例が(卅)、4例が(++)で、損傷所見は最も軽度であった。Bulldog clamp は2例に(卅)、3例に(卅)の変化がみられ、Satinsky clamp と同程度の損傷であった。Bulldog-rubber clamp では幾分損傷程度の減弱が認められ、Satinsky-rubber clamp と同様の変化であった。Potts clamp および Potts-rubber clamp は共に変化は高度で、前者は3例に、後者は2例に(卅)の所見があり、ゴム装着によってもなお Satinsky clamp と同程度の強い変化が認められた(図8)。

通常圧実験では、(卅)および(++)が1例ずつ、(+)が3例であった Satinsky clamp が、ゴム装着により、

全例が内膜に局限した損傷の(+)に減少した。Fogarty clamp も殆んど同じ所見であったが、1例にのみ(++)という中膜における軽度の変化を伴っていた。Bulldog clamp は3例に中膜深層にいたる不完全断

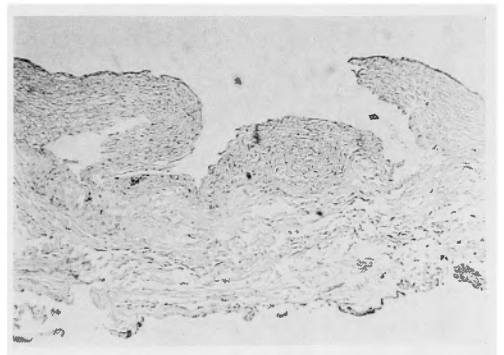


図7 H. E 染色, ×100

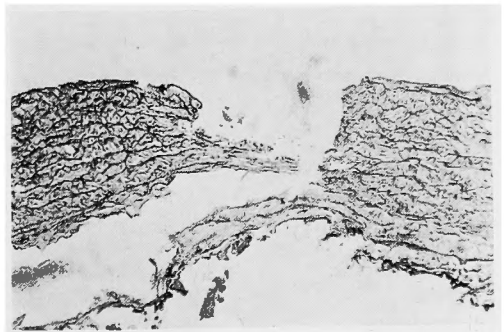


図8 エラスチカ・ワンギーソン染色, ×200

裂を伴った(卅)の所見が認められたが(図9)、ゴム装着により(卅)1例、(卅)2例、(十)2例と一般に損傷程度は軽減された。Potts clamp および Potts-rubber clamp は共に変化は高度で、中膜あるいは血管壁全層の断裂を示した(卅)~(卅)が主体を占め、Potts clamp では(卅)3例、(卅)2例で、Potts-rubber clamp でも(卅)1例、(卅)3例、(卅)1例とゴム装着による損傷軽減効果は少なかった。

等圧実験では、Satinsky clamp が(一)から(卅)の所見を呈し、(一)1例、(十)2例、(卅)2例であったが、ゴム装着により(十)が3例、(一)が2例と、Fogarty clamp と全く同様に極めて軽度の損傷を示したに過ぎなかった。Bulldog clamp は(卅)が2例、(卅)が2例という高度の損傷所見を示し、ゴム装着により軽減されたとはいえ、なおかなり強い損傷所見を示した。Potts clamp も(卅)1例、(卅)3例、(卅)が1例という極めて強い損傷所見を呈し、Potts-rubber clamp は(卅)3例、(十)2例と、ゴム装着によりかなり損傷度の軽減がみられたが、なおSatinsky clamp

よりもやや強い所見であった(図10)

第5節 各種血管鉗子の家兎の硬化性腹部大動脈に対する把挾実験

第1項 実験材料ならびに方法

動脈硬化性病変を伴う家兎の作成には、体重2.0~2.8kgの家兎100羽に、オリエンタル酵母社製1%コレステロール含有 RC-5 固型飼料を1日200g、連日15~20週間投与した。投与後、腹部大動脈に硬化性病変を来していることを確認しえたうちの30羽の家兎について、第4節に準じた方法で実験を行なった。なお各群とも5例ずつ行なった。

第2項 実験成績

肉眼的、病理組織学的検索における分類は第4節と全く同じ基準のもとに行なった。

肉眼的所見(表7)

最大圧実験では、Satinsky clamp は3例が(卅)、2例が(卅)の所見を呈し、Satinsky-rubber clamp は2例(卅)に近い所見がみられたが、他の3例は全て(卅)

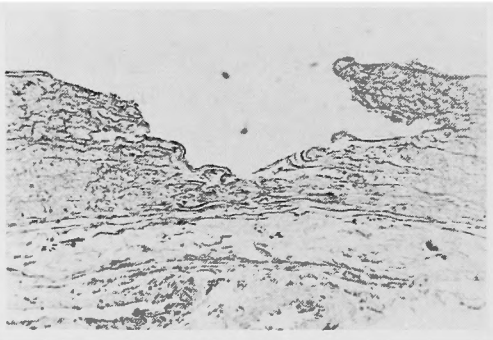


図9 エラスチカ・ワンギンソン染色, ×200

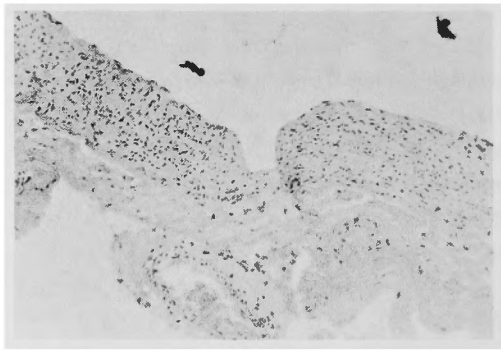


図10 H. E 染色, ×200

表7 肉眼的所見(動脈硬化群)

Clamp	最 大 圧	通 常 圧	等 圧
Satinsky (No 2)	卅 卅 卅 卅 卅	十 十 卅 十 十	十 十 一 十 十
Satinsky-rubber (No 2)	卅 卅 卅 卅 卅	十 十 卅 十 十	十 一 一 一 十
Fogarty (No 2)	十 十 十 十 卅	十 十 十 十 十	一 一 十 十 一
Bulldog (No 2)	卅 卅 卅 卅 卅	卅 十 卅 卅 十	卅 卅 卅 卅 卅
Bulldog-rubber (No 1)	卅 卅 十 十 卅 卅	十 十 十 十 十	十 十 卅 十 卅
Potts (No 4)	卅 卅 卅 卅 卅	卅 卅 卅 卅 卅	卅 卅 卅 卅 卅
Pots-rubber (No 1)	卅 卅 卅 卅 卅	卅 卅 卅 卅 卅	卅 卅 卅 卅 卅

一 nontraumatic

十 mild

卅 moderate

卅 severe

損傷の認められないもの
損傷が圧痕のみの軽度のもの
損傷が内膜の剝離、出血斑等の中等度のもの
内膜の断裂、欠損および出血斑等の強度なもの

あった。Fogarty clamp は 1 例のみ(++)で、残り 4 例は全て(+)で、最も損傷度が軽微であった。Bulldog clamp は(++)が 1 例、他は全て(+)であったのに対し、Bulldog-rubber clamp は 3 例に(++)を認めたが 2 例は(+)で、ゴム装着により損傷度は軽減された。Potts clamp は損傷度は強く、4 例に(卅)の所見を認め、1 例のみが(++)であった。Potts-rubber clamp も 4 例に(卅)がみられ、1 例が(++)で、ゴム装着に差は認められなかった。

通常圧実験では、Satinsky clamp および Satinsky-rubber clamp は(++)が 1 例、残りの 4 例は(+)で、Fogarty clamp は 5 例全て圧痕のみの所見の(+)であった。Bulldog clamp は 3 例が(++) 2 例が(+)の所を呈したが、Bulldog-rubber clamp は全例が(+)の所見で、Fogarty clamp あるいは、Satinsky-rubber clamp と同程度の圧痕を主とする所見で、これら三者は最も損傷度が軽微であった。Potts clamp、Potts-rubber clamp は共に 1 例に(卅)の所見がみられ、他の 4 例は(++)で、各鉗子のうちでは最も高度の変化を示し、ゴム装着によってもその軽減はみられなかった。

等圧実験においては(図11)、Satinsky clamp は 4 例に(++)がみられたが、残りの 1 例には損傷によると思われる所見は殆んど認められなかった。Satinsky-rubber clamp および Fogarty clamp とも 2 例が(++)で、その他は(一)であり、この両者が最も損傷のない所見を呈した。Bulldog clamp は 1 例は(卅)、4 例が(++)で、Bulldog-rubber clamp は 2 例が(++)であったが、残りの 3 例は(+)で、ゴム装着の有用性が

認められた。Potts clamp はこの把挾圧においても成績は不良で、5 例中 1 例に(卅)の所見がみられ、他は Potts-rubber clamp と同様に(++)の変化を示した。

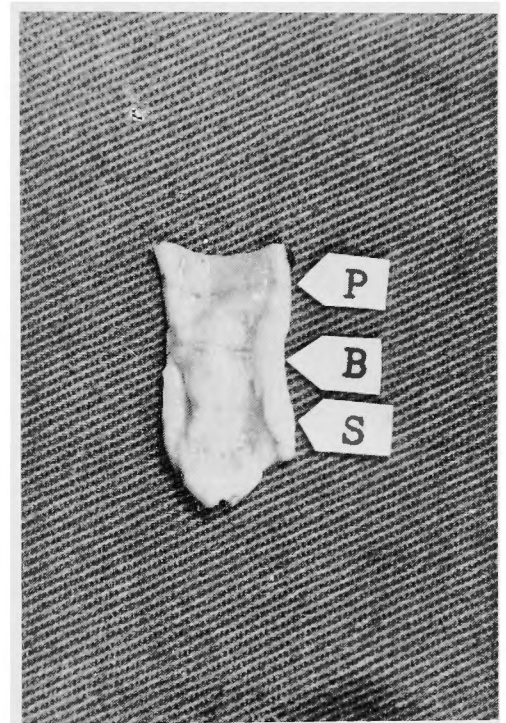


図 11
P: Potts clamp
B: Bulldog clamp
S: Satinsky clamp

表 8 病理組織学的所見(動脈硬化群)

Clamp	最 大 圧	通 常 圧	等 圧
Satinsky (No 2)	++ 卅 卅 卅 卅	++ ++ ++ + +	++ + + + + -
Satinsky-rubber (No 2)	++ ++ ++ 卅 卅	+ + + + +	+ - + ± -
Fogarty (No 2)	+ + + ± +	+ + + - +	+ - + - -
Bulldog (No 2)	卅 ++ ++ 卅 卅	++ ++ 卅 卅 ++	卅 卅 ++ 卅 ++
Bulldog-rubber (No 1)	++ + + 卅 ++	+ + + + ++	卅 ++ 卅 + +
Potts (No 4)	卅 卅 卅 卅 卅	卅 卅 卅 卅 卅	卅 卅 卅 卅 卅
Potts-rubber (No 1)	卅 卅 卅 卅 卅	卅 卅 卅 卅 ++	卅 卅 卅 卅 ++

- nontraumatic
+ minimal
++ mild
卅 moderate
卅卅 severe

損傷による病理組織学的変化が見られないもの
損傷が内膜に限定しているもの
内膜の損傷に加え、中膜にも軽度の変化が及んでいるもの
中膜の深層に至る不完全断裂あるいは欠損がみられるもの
中膜あるいは血管壁全層の完全断裂、欠損がみられるもの

病理組織学的所見 (表 8)

最大圧実験においては, Satinsky clamp は 2 例に (卅) がみられ, 内膜および中膜には欠損と断裂が著明で, 2 例は (卅), 残り 1 例は図12の如く, 内膜の剝離が著明な (卅) の所見を示した. Satinsky-rubber clamp は圧挫によると思われる所見が主で, (卅) と (卅) の所見のものが 1 例ずつで, 残りは (卅) であった. Fogarty clamp は全例が (+) で, 中膜には圧迫による所見がみられたが, 中膜の欠損あるいは断裂像は認められなかった. Bulldog clamp は (卅) が 4 例, 残り 1 例は (卅) であった. Bulldog-rubber clamp は 1 例が (+) で, ゴム装着により全般に Bulldog clamp よりも損傷度は軽度となった (図13). Potts clamp は 2 例が (卅), 3 例が (卅), Potts-rubber clamp も同様に高度の損傷所見を呈し, (卅) は 1 例であったが, 残りは全て (卅) の変化を示した.

通常圧実験では, Satinsky clamp は 3 例が (卅) で, 内膜は完全に内弾性板より剝離されており, 2 例は (+) であった. Satinsky-rubber clamp は全例で (+) で, 内膜の剝離等はみられなかった. Fogarty clamp は全例 (+) で, 内膜の剝離等はみられるものの, 中膜には損傷による所見はみられなかった. Fogarty clamp は Satinsky-rubber clamp とほぼ同じ所見がみられ, 内膜の剝離が主で, 4 例が (+), 残り 1 例には損傷所見はみられなかった. Bulldog clamp は 2 例が (卅), 3 例が (卅), Bulldog-rubber clamp は 1 例が (卅), 4 例が (+) で, Fogarty clamp, Satinsky-rubber clamp に次いで損傷度は軽かった (図14). Potts clamp および Potts-rubber clamp は, 共に強い損傷所見を示し, それぞれ 1 例ずつ (卅) で, Potts-rubber clamp の 1 例に (卅) がみられたものの, 他はすべて (卅) の所見を呈した (図15).

等圧実験では, Satinsky clamp は (卅) が 1 例, (+) は 3 例, 他の 1 例は (-) であった. Satinsky-rubber clamp および Fogarty clamp は 2 例に (+) を示したものの, 他の 3 例は明らかに正常と思われる所見であった. Bulldog clamp は 3 例が (卅), 残りの 2 例が (卅) で, 把挟圧に比べて強い損傷度を示し, Bulldog-rubber clamp は 2 例が (卅), 1 例が (卅) で, 他の 2 例が (+) であった. Potts clamp は (卅) が 1 例, 残りは全て (卅) の所見で, Potts-rubber clamp は (卅) が 3 例, (+) が 2 例, と, ゴム装着により損傷度はやや軽減されたが, なお強い変化を示した.

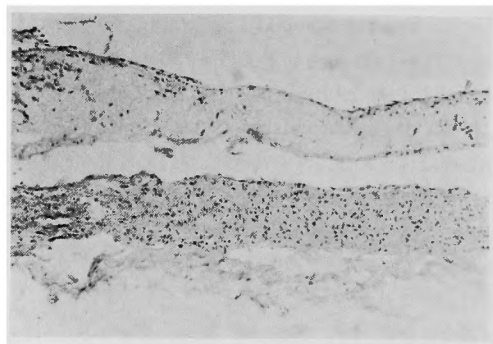


図12 H. E 染色, ×100

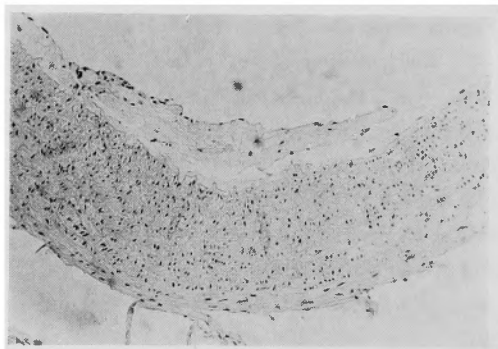


図13 H. E 染色, ×100

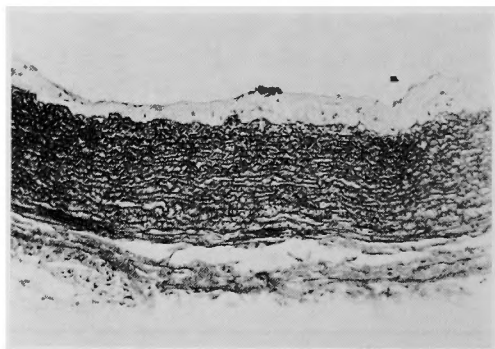


図14 エラスチカ・ワンギーソン染色, ×100

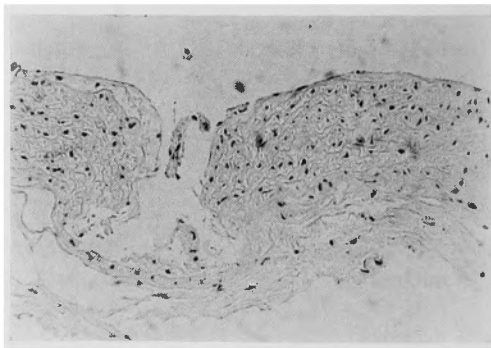


図15 H. E 染色, ×200

第3章 総括ならびに考按

基礎実験の成績で明かな如く、各種血管鉗子の把挟圧にはかなりの差がみられ、その上、実地臨床上常用されている把挟圧は術者の経験上での手加減により決定されているのが現状であり、これに対し、1962年、杉江²⁾は血管鉗子の血管に対する挫滅限界、ならびにその安全限界というべき規格を設けることを提唱しているが、未だ全面的に解決されたとはいえない。本研究にあたり著者は、各鉗子について、臨床上常用されている把挟圧を一応通常圧とし、さらに各鉗子の把挟圧のなかから、同一の圧を選んで等圧として検討した。

遮断力に関しては、Hickman¹⁾らは occlusive clamp, serrated clamp, fine-toothed clamp の三者に差異は認められなかったと報告している。著者の成績では、serrated clamp および fine-toothed clamp に属する鉗子は、すべて最小の把挟圧で240mmHg の高い圧に耐え、血流遮断を十分になしうる事が判明

した。これは図16 (a, b) にみられる如く、Bulldog clamp (serrated clamp) および Potts clamp (fine-toothed clamp) の両者は把挟部の内面が鋸歯状となっており、これが血管壁に食い込むようにしっかりと血管壁を把持するためと解される。しかしながら、これら鋸歯により血管壁に強い損傷が生ずることが肉眼的ならびに病理組織学的に判明した。一方、occlusive clamp に属する Satinsky clamp, Fogarty clamp は、共に把挟部は弾力性に富み、かつ内面は鋸歯状ではなく線状となっており(図17a, b)、このため把挟部が血管壁に食い込むことがないため、中等度の把挟圧まで漏れを生じたものと解される。ことに本実験に使用した如き小血管の場合には、2段目以下の lock では血管壁を確実に把挟しえないことも一因であり、したがって、occlusive clamp では3段目以上の lock に設置することにより、はじめて血流遮断の目的を達しうるものと考えられた。

把持力実験においては、鉗子把挟部の構造と把挟圧の強さが関係するため、fine-toothed clamp に属す

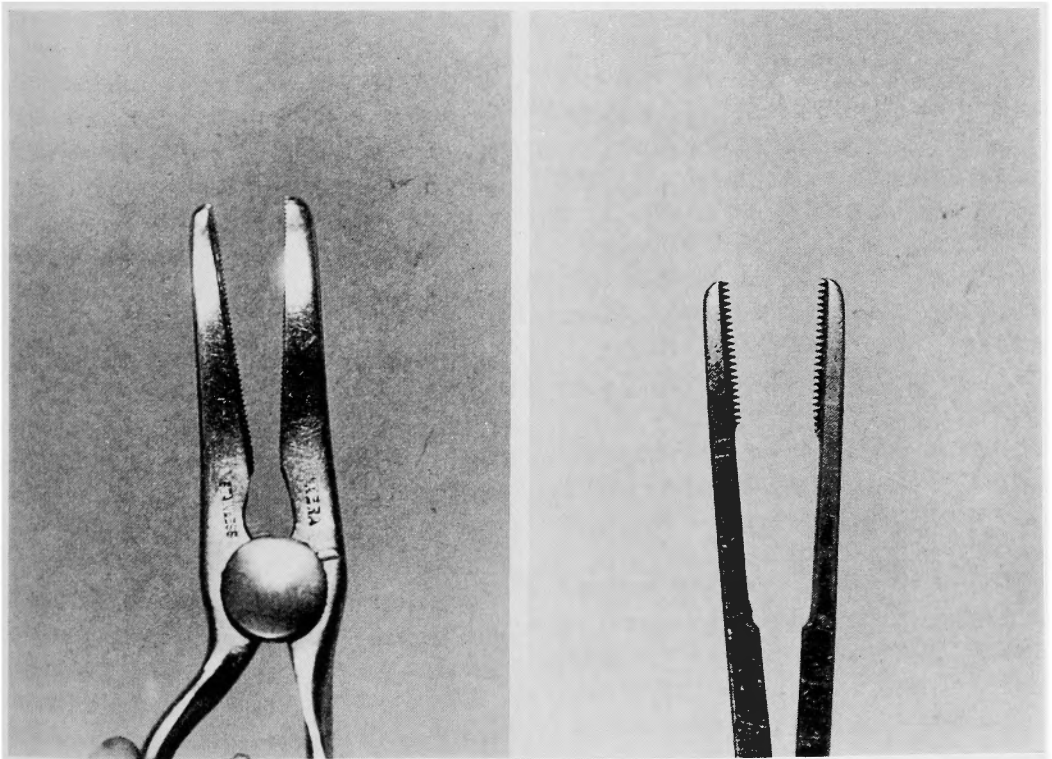


図 16

Bulldog clamp

(a)

Potts clamp

(b)

る Potts clamp と Potts-rubber clamp では、共に血管断裂を生ずるほどの牽引力でも滑脱を起さないという結果を示した。一方、occlusive clamp に属する鉗子のうち、Satinsky clamp は 1 および 2 段目の lock の場合には把挾部に間隙が生ずる上に、把挾部内面が比較的平滑であることが大きな原因となり成績を不良ならしめており、最大圧ではゴム装着により把持力の低下を来した。しかし、2, 3 段目の lock では、ゴムにより間隙が消失し、把持力の強化がみられた。また Fogarty clamp も平滑な面を有する soft-jaw を持っているため、同様の原因により 7 種の鉗子の中で最も把持力の弱い鉗子と判明した。Hickman と Mortensen の報告¹⁾ も著者の成績と一致した結果を示している。彼等は血管壁の厚さが重要な因子をなすものであると述べているが、さらに遮断力実験と同様に、血管鉗子把挾部の構造、弾力性、血管の太さも大きな関係があるものと考えられる。

以上の遮断および把持力実験の結果からみて、本実験に用いた直径 3 mm 程度の動脈に対しては、fine-toothed clamp はゴム装着の有無にかかわらず最小の把挾圧で十分であり、serrated clamp はゴム装着の有無にかかわらず最大の把挾圧で、occlusive clamp では 3 段目の lock 以上の把挾圧で用いられるべきであろう。

従来から、血管鉗子の作製には遮断力あるいは把持力に重きをおいた傾向があり、血管壁、特に内膜の損傷に関する詳細な検討は余りなされていなかったが、1949年に Potts⁴⁾ が fine-toothed vascular clamp を報告して以来、atraumatic vascular clamp の開発が諸家⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾により試みられてきた。しかるに、いずれも一長一短があり、今後さらに改良あるいは開発が待たれている現状である。

そこで著者は、前記 7 種の血管鉗子を用いて、正常血管のみならず、実地臨床上最も頻繁に遭遇する病的血管、すなわち動脈硬化性変化を伴った血管について、各鉗子に起因する損傷程度を検討した。

肉眼的および病理組織学的所見より見た各種血管鉗子の正常家兎腹部大動脈、特に内膜あるいは中膜に及ぼす損傷についてみると、最大圧の実験では、損傷程度は表 9 の如き順位で高度となるが、各鉗子は全て肉眼的にも組織学的にも大なり小なり損傷が認められ、特に Satinsky clamp, Bulldog clamp, Potts clamp, Potts-rubber clamp では高度であった。Satinsky clamp は肉眼的には帯状の剝離、断裂所見を伴った

表 9 最大圧実験における損傷程度の順位

肉 眼 的 所 見	病理組織学的所見
1. Fogarty	1. Fogarty
Bulldog-rubber	2. Satinsky-rubber
2. Satinsky-rubber	Bulldog-rubber
3. Bulldog	3. Satinsky
4. Satinsky	Bulldog
5. Potts	Potts-rubber
Potts-rubber	4. Potts

挫滅、もしくは挫創ともいふべき損傷形態であったのに対し、Potts clamp および Potts-rubber clamp はミシンの縫い目に似た破線上の損傷所見がみられ、刺創の如き性状を呈しているのが特長であった。また文献的には Potts clamp はたとえ lock を 3 段目に設置しても中膜への損傷はなく、内膜にも圧痕を残さないといわれている⁴⁾ が、著者の実験例ではかかる無損傷例は 1 例も見られなかった。しかしながら、実験に用いた最大の把挾圧は、実地臨床上殆んど用いられないと考えられるので、かかる成績をもって Potts clamp を評価することは妥当でないと思われる。Fogarty clamp 次いで Bulldog-rubber clamp は一応組織傷害性が少ない鉗子であることが判明したが、その損傷程度はなおかなり強く、これらの成績からみて、全ての鉗子がかかる最大圧で使用するべきでないことを示唆しているものと考ええる。

通常圧実験では、Potts clamp, Potts-rubber clamp, Bulldog clamp は最大圧実験と同じく、高度の損傷所見を示しており、多くは中膜の不完全断裂と欠損像であった。かかる所見は Potts clamp にみられる如く、鋸歯状の突起を有していることに起因すると思われる。しかしながら、Satinsky clamp は損傷の程度は比較的軽く、さらにゴム装着をした Bulldog-rubber clamp, Satinsky-rubber clamp および Soft-jaw を有する Fogarty clamp の血管壁損傷度は非常に軽度で、十分臨床的に使用しうると考えられた。この事は occlusive clamp またはこれに類する把挾圧の比較的弱い血管鉗子が、より良好な結果をもたらしていることを示唆するものと考ええる。

一般に、ゴム装着によって鉗子による損傷が軽減される傾向がみられたが、これはひとえにゴムの有用性を示すもので、Brown⁷⁾ の述べている如く、ゴム又は softjaw を持つことにより、さらに鉗子把挾部に弾力性をもたらし、かつ血管壁に接する面を広く保つこと

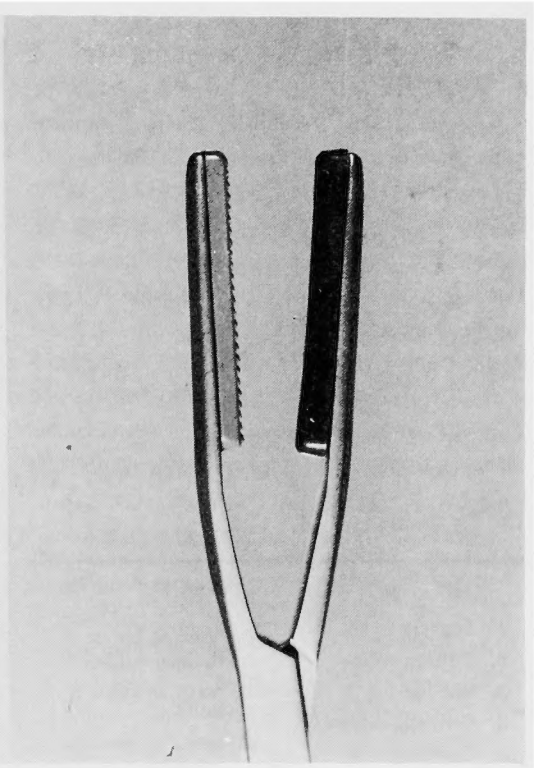
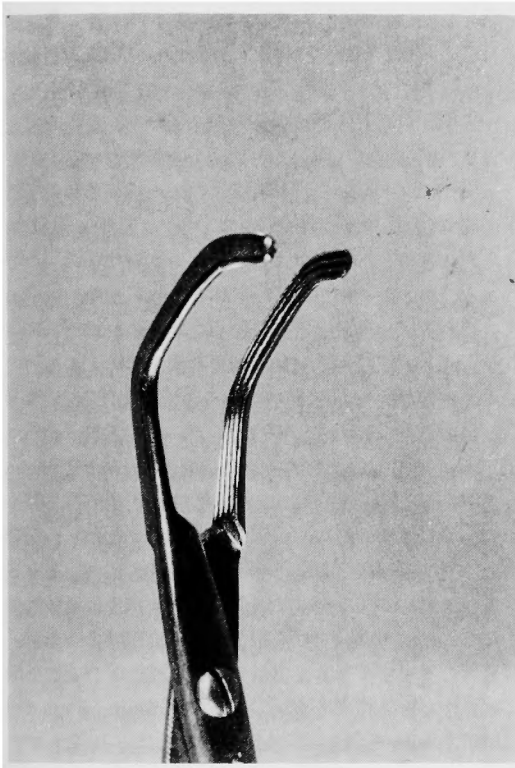


図 17

Satinsky clamp
(a)

Fogarty clamp
(b)

表10 通常圧実験における損傷程度の順位

肉 眼 的 所 見	病理組織学的所見
1. Satinsky-rubber Fogarty	1. Satinsky-rubber
2. Bulldog-rubber	2. Fogarty
3. Satinsky	3. Satinsky
4. Bulldog	4. Bulldog-rubber
5. Potts-rubber	5. Bulldog
6. Potts	6. Potts-rubber
	7. Potts

表11 等圧実験における損傷程度の順位

肉 眼 的 所 見	病理組織学的所見
1. Fogarty	1. Satinsky-rubber Fogarty
2. Satinsky-rubber	2. Satinsky
3. Satinsky	3. Potts-rubber
4. Bulldog-rubber	4. Bulldog-rubber
5. Potts-rubber	5. Potts
6. Potts Bulldog	Bulldog

が良好な結果をうる要因であることは疑いもないことである（表10）

等圧実験では、occlusive clamp に属する Fogarty clamp および Satinsky-rubber clamp に atraumatic vascular clamp といっても差支えのないような所見がえられたが、これ等の血管鉗子は遮断力実験あるいは把持力実験の成績よりみて、この把挟圧で用いられる場合は殆んど無いことを考慮に入れるべきであ

ろう（表11）。

次に、動脈硬化を伴った家兎の腹部大動脈に対する損傷実験において、最大圧実験では全ての鉗子に内膜剝離あるいは欠損、断裂等の所見が認められ、正常血管に対する実験成績と同様の傾向を示した。すなわち、表12の如く、Potts clamp、Potts-rubber clamp、Satinsky clamp、Satinsky-rubber clamp、Bulldog clamp 等には中膜の欠損に伴った完全ある

いは不完全断裂という高度な損傷所見がみられた。しかしながら、実際にはかかる動脈硬化性病変を伴った血管に対し、最大圧で把挾することは考えられない。

通常圧実験における Satinsky clamp, Satinsky-rubber clamp, Fogarty clamp および Bulldog-rubber clamp は表13の如く、その病理組織学的な病変の程度は、内膜の剝離が主な所見で、中膜の損傷は肉眼的所見と異なり意外に軽度で、殆んど圧迫によると思われる変化であった。しかし、Potts clamp と Potts-rubber clamp には損傷範囲こそ小さいが、血管壁全層に達する完全、もしくは中膜のごく一部を残すのみの不完全断裂像が認められた。また等圧実験においても表14の如く、Potts clamp および Potts-rubber clamp は把挾圧が弱いにもかかわらず、高度の損傷

所見を呈しており、一方、occlusive clamp に属する血管鉗子は、把挾圧の減弱に伴う損傷程度の軽減が認められた。

以下、遮断力、把持力を考慮に入れて、主として血管壁の損傷程度について各鉗子を比較検討する。

Satinsky clamp は、一般に内膜の損傷が少なく、深部での操作に適する¹⁰⁾ものとして推奨されており、血管外科手術に常用されている血管鉗子の一つである。たとえ把挾圧が最小の場合でも、遮断力は他の血管鉗子に比べ最も優れていると報告されている¹¹⁾が、著者の行なった実験成績では満足すべきものでなく、適切な遮断力、把持力をうするためには lock を3段目以上に設置する必要があった。損傷実験においては、内膜損傷が主であったが、他の serrated clamp あるいは fine-toothed clamp に属する鉗子に比べて、その損傷は比較的広範囲であった。しかし、血管壁に対す深達度ともいうべき損傷の深さについてみると、深層あるいは全層に及ぶ断裂、欠損像は比較的少なく、最大圧実験でこそ損傷程度は高度であったが、著者の重視する通常圧実験では、正常血管および動脈硬化性血管の両者において、Potts clamp, Potts-rubber clamp および Bulldog clamp 等と比較して、肉眼的には圧痕所見のみで、病理組織学的には内膜の剝離欠損像がみられたが、これも軽度で、損傷程度の軽い鉗子の一つと考えてよい。

Satinsky-rubber clamp は、把持力では Fogarty clamp, Bulldog-rubber clamp に次いで弱いという成績を示したが、通常圧の損傷実験では、Fogarty clampと共に、7種の血管鉗子の中でも良好な成績がえられた。また正常血管における肉眼的、病理組織学的検索においても、Satinsky clamp のゴム装着による有用性が立証され、かつ動脈硬化性血管でも、全て内膜の圧痕のみという所見であった。これはゴム装着による弾力性の増加と共に、把挾部内面がより平滑となり、血管壁に接する面積が大となるため、同一の力が加わった場合には組織の受ける圧力は小さくなるためと解される。

Fogarty clamp の特長は、使用目的に応じて把挾部の teeth あるいは jaw といわれる部分が容易に取換えられ、さらに内部にシリコンオイルを封入し適度の軟性をもった軟性プラスチック製の jaw を有することにあり、病理組織学的にも内膜損傷は殆んど認められないと報告されている⁹⁾¹¹⁾。著者の実験結果では、遮断力および把持力は一般に弱いが、通常用いられる

表12 最大圧実験における損傷程度の順位

肉 眼 的 所 見	病理組織学的所見
1. Fogarty	1. Fogarty
2. Bulldog-rubber	2. Bulldog-rubber
3. Bulldog	3. Satinsky-rubber Bulldog
4. Satinsky-rubber	4. Potts-rubber Satinsky
5. Satinsky	5. Potts
6. Potts-rubber Potts	

表13 通常圧実験における損傷程度の順位

肉 眼 的 所 見	病理組織学的所見
1. Fogarty Bulldog-rubber	1. Fogarty
2. Satinsky Satinsky-rubber	2. Satinsky-rubber
3. Bulldog	3. Bulldog-rubber
4. Potts Potts-rubber	4. Satinsky
	5. Bulldog
	6. Potts-rubber Potts

表14 等圧実験における損傷程度の順位

肉 眼 的 所 見	病理組織学的所見
1. Satinsky-rubber Fogarty	1. Satinsky-rubber Fogarty
2. Satinsky	2. Satinsky
3. Bulldog-rubber	3. Bulldog-rubber
4. Potts-rubber	4. Potts-rubber Bulldog
5. Potts Bulldog	5. Potts

把挾圧では十分目的を達しうるものと考えられ、さらに損傷実験においても、正常血管に対しても動脈硬化性血管に対しても損傷程度は極めて軽く、通常圧実験における所見は Satinsky-rubber clamp と共に、肉眼的にもあるいは病理組織学的にも良好な結果をもたらした。特に動脈硬化性血管には懸念すべき血管壁の断裂、欠損あるいは穿孔等の所見は全く認められなかった。したがって、不整な内腔を有し、脆弱な壁を持つ動脈硬化性血管の血行再建術に際して、最も適した血管鉗子といっても過言ではない。

Bulldog clamp は手術野を妨げず、小血管の血流遮断を目的として用いられる場合が多く、最も一般的な血管鉗子の一つである。遮断力あるいは把持力等の力学的検査の結果は、Potts clamp, Potts-rubber clamp に次いで良好であったが、損傷実験では把挾圧に比べて著しい損傷所見が認められた。これは Potts clamp と同様に、血管壁に接する面の極めて小さいことが、ある程度の弾力性を有するにもかかわらず、この様な結果を招いたものと思われた。したがって、使用目的よりみて、把持力の低下はあっても、損傷軽減のためには鉗子の spring を最小に調節すべきであろう。

Bulldog-rubber clamp は、Bulldog clamp に比べ、ゴム装着のため遮断力に関しては十分に目的を達したが、把持力は半減し、血管より容易に滑脱する状態となる点が注意を要する。しかし、損傷程度は Satinsky-rubber clamp, Fogarty clamp に次いで損傷所見が軽く、その病変も内膜の圧痕を主体とするものであった。この鉗子に布をかぶせて家兎の小腸に使用した実験成績では、粘膜損傷と粘膜下層の充血および筋層内出血という著しい損傷所見を呈したと報告されている¹²⁾。しかし一方、人の胃大網動脈を用いた成績では、中膜の断裂もなく良好な血管鉗子であるとの報告もある¹³⁾。したがって、Bulldog clamp の使用は血管にのみ限定すべきで、さらにゴムで覆ったものを用いるべきであると考えられる。

Potts clamp の把挾部は非常に細かな鋸歯状の構造で、安全かつ無損傷性であり、中膜の損傷や内膜の圧痕等をつくらず、鋸歯が外膜にくい込むことにより滑脱しない利点を有するといわれている⁴⁾。本実験においても、遮断力、把持力の点では特に優れた成績を示したが、組織損傷の点からは、occlusive clamp に属する鉗子に比して損傷範囲は小さいものの、通常圧でも内膜のみならず、中膜の断裂、欠損像も著明で、動脈硬化性血管ではさらにこの程度が強く、血管壁全層

の断裂を認めた例もあった。Potts clamp に対する諸家の評価はさまざまであるが¹⁾⁴⁾⁶⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾、把挾圧を減弱させると共に弾力性を附加させない限り、末梢血管等の小血管には使用しえないものと思われる。

Potts-rubber clamp も Potts clamp と同様の実験成績を示し、ゴム装着による効果は予想外に少なく、使用範囲は大いに限定されるものと思われた。このような fine-toothed clamp の損傷形態からみても、小血管に対する鉗子としては、occlusive clamp の如き弾力性に富む broad flat jaw を有する血管鉗子⁶⁾、あるいはゴムや spoge を装着した血管鉗子⁷⁾ 等が望ましいものと推察される。

著者は各種血管鉗子の血管壁に及ぼす影響について、急性期の変化について検討したが、かかる変化が今後いかなる過程で修復されるかは興味ある問題であり、今後の検討が必要と思われる。

第4章 結 論

血管外科領域で常用されている血管鉗子のうちの7種の鉗子を選び、その遮断力、把持力について検討すると共に、正常および動脈硬化性病変を伴った家兎の腹部大動脈を用いて、各鉗子の種々の把挾圧における血管壁の損傷度を肉眼的ならびに病理組織学的に比較検討し、以下の結論をえた。

1. 各鉗子の遮断力についてみると、fine-toothed clamp に属する Potts clamp, Potts-rubber clamp と、serrated clamp に属する Bulldog clamp, Bulldog-rubber clamp は、最小の把挾圧でも 240mmHg の血管内圧に耐え、十分な遮断力がえられたが、occlusive clamp に属する Satinsky clamp, Satinsky-rubber clamp, Fogarty clamp は、共に lock を3段目以上に設置してはじめて目的を達した。

2. 各鉗子の把持力についてみると、Potts clamp, Potts-rubber clamp, Bulldog clamp では最小の把挾圧でも十分な把持力がえられたが、Satinsky clamp, Satinsky-rubber clamp, Fogarty clamp では最大把挾圧により、はじめて満足すべき成績がえられた。

3. 各鉗子の把挾により惹起された血管壁の損傷度についてみると、Satinsky-rubber clamp, Fogarty clamp, 次いで Bulldog-rubber clamp の損傷所見は軽度で、特に動脈硬化性血管に対しては、Satinsky-rubber clamp あるいは Fogarty clamp が最も適当な鉗子と思われた。これに反し、Potts clamp, Potts-rubber clamp, Bulldog clamp は損傷所見が高度

で、末梢血管等の小血管に対しての使用は避けるべきであると考えられた。

4. 以上の結果を総合して、本実験に用いた7種の鉗子のうちでは理想的といえる血管鉗子はみあたらないが、小血管に対する鉗子としては Fogarty clamp, Satinsky-rubber clamp, 次いで Bulldog-rubber clamp が優れた血管鉗子といえる。

稿を終るに臨み、御指導を戴き、かつ御校閲を賜った恩師板谷博之教授に深甚の謝意を表すると共に、終始御指導御鞭撻下された折岡進講師に深く感謝致します。

また本研究に際して御教示、御協力を惜しまれなかった北出文男講師をはじめ教室各位に感謝致します。

参 考 文 献

- 1) Hickman, G. A. and Mortensen, J. D. : A comparative evaluation of vascular clamps. *J. Thoracic Cardiovasc. Surg.*, **44** : 561, 1962.
- 2) 島文夫 : 鉗子に関する諸問題. *医器誌*, **40** : 323, 1962.
- 3) 杉江三郎 : 宿題報告, 血管外科一主として基礎的方面について. *日外会誌*, **63** : 323, 1962.
- 4) Potts, W. J. : A new clamp for surgical division of the patent ductus arteriosus. *Northwestern Univ. M. School Quart. Bull.*, **22** : 321, 1940.
- 5) Wylie, E. J. : A new aorta clamp. *Surgey*, **36** : 781, 1954.
- 6) Egdahl, R. H. : Simple clamp for arterial anastomosis. *Am. J. Surg.*, **91** : 113, 1956.
- 7) Brown, L. : A vascular clamp utilizing sponge rubber. *A. M. A. Arch Surg.*, **83** : 177, 1961.
- 8) Trusler, G. V. : A vascular clamp for use in infants. *J. Thoracic Cardiovascular Surg.*, **50** : 603, 1965.
- 9) Fogarty, T. J., Raible, D. A. and Krippaehne, W. W. : A New vascular clamp. *Am. J. Surg.*, **112** : 996, 1966.
- 10) 井口潔 : 血管外科. 現代外科学大系, 第15巻 : 55, 東京, 中山書店, 1968.
- 11) McCaughan, J. J., Jr. and Young, J. H. : Intra-arterial occlusion in vascular surgery. *Ann. Surg.*, **171** : 695, 1970.
- 12) Spitz, J. and Berry, C. L. : The effects of occlusion clamps on the intestinal wall : A comparative study. *J. Pediat. Surg.*, **7** : 282, 1972.
- 13) Henson, G. F. and Rob, C. G. : A comparative study of the effects of different arterial clamps on the vessel wall. *Brit. J. Surg.*, **43** : 561, 1956.